

TARIM TRAKTÖRLERİNDE BİTKİSEL KÖKENLİ YAĞ VE YAKIT KULLANIMI**Öğr. Gör Hidayet OĞUZ¹ Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT²****¹S.Ü.Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Konya, ²S.Ü.Z.F.Tarım Makineleri Bölümü Konya****ÖZET**

Çevre koruma bilincini artması, çevreye uyumlu ürünlerin geniş bir varyetesinin gelişmesini sağlamıştır. Bu üretim çevreye uyumlu alternatif yakıt ve yağlayıcıları da kapsamaktadır. Bitkisel yağların alternatif yakıt ve yağlayıcı madde olarak ortaya çıkmasındaki esas, ürünlerin çevre dostu olması, çiftçi tarafından üretilmesi ve doğaya serbest bırakıldığı zaman kendiliğinden biyolojik olarak kolay ayrışabilme yeteneğinin olmasıdır.

Bu çalışmada bitkisel esaslı yağların tarım traktörlerinde yakıt, motor yağı, ve hidrolik yağı olarak kullanım imkanları ve bunların avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel yağ, çevre, biyolojik ayrışabilir, yakıt, yağ, hidrolik

THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF USING VEGETABLE OILS BASEDON FARM TRACTOR**ABSTRACT**

Increased consciousness of preserving the environment has motivated the development of a wide variety of environmentally compatible products. These products include environmentally compatible lubricant and alternative fuels. To base such a lubricant and alternative fuels on a vegetable oil creates a product environmentally friendly by its farming origin and theirs farming origin and theirs to rapidly biodegrade when released.

In this study describes vegetable oil based use possibilities as alternative fuels, engine lubricant and hydraulic fluids on the Farm Tractors.

Key Words: Vegetable oils, environmentally, biodegrade, fuel, lubricant, hydraulic.

1. GİRİŞ

Çevre koruma bilincinin artması, çevreye zarar vermeyen, çevreye uyumlu ürünlerin geniş bir varyetesinin üretilmesi için insanları harekete geçirmiştir. Bu üretim çevreye uyumlu yakıt ve yağlayıcıları da kapsamaktadır. Bu tür ürünlerin üretimi, satışı ve kullanımı daha çok yağlayıcı yağ imalatçıları, makine imalatçıları ve temiz bir çevre için katkıda bulunan tüketiciler tarafından desteklemektedir. Bitkisel yağların yağlayıcı madde olarak ortaya çıkmasındaki esas elde edilen ürünlerin çevre dostu olması, çiftçi tarafından üretilmesi ve kullanımı bittikten sonra doğaya serbest bırakıldığı zaman kendiliğinden biyolojik olarak ayrışabilme yeteneğinin olmasıdır. Bu yüzden özellikle tarımsal üretimde kullanılan makine ve ekipmanlarda bitkisel esaslı yağların kullanılması oldukça uygundur. Bu tür yağlayıcılar toprak, toprak suyu ve ürünlere temasında kolayca ayrışabilen yağlayıcı madde olmasından dolayı özellikle önemlidir. Kullanılan makine ve ekipmanlar ile tarımı yapılan bitkilerden elde edilmesi yoluyla yine bu makine ve ekipmanların yağlanması sayesinde sürekli bir çevrim meydana getirilmektedir.

2. BİTKİSEL YAĞLAR

Bitkisel yağlar, bazı tarım ürünlerinin meyve, çekirdek ve tohumlarının işlenmesi neticesinde elde edilmektedir. Bunlar petrol esaslı yağlardan farklı kimyasal yapıya sahiptirler. Diesel yakıtı büyük oranlarda parafinler ve aromatiklerden oluşmasına karşılık, bitkisel yağlar yağ asitlerinin gliserinle yapmış olduğu esterlerdir. Bu esterlere gliserid adı verilir. Gliserin molekülünü oluşturan 3 alkol grubu yağ asitlerinin esterleşmesi ile trigliserid adını alır. Trigliseriddeki doymamış yağ asitlerinin cinsi ve miktarı, bitkisel yağın özelliklerini oluşturmaktadır (Erdoğan ve Mohammed 1997).

2.1. Biyolojik Olarak Ayrışabilir Yağların Tercih Edilmesinin Sebebi

Toksik artıklar, ozon tabakasının incelmeye, yeryüzü sularının kirlenmesi, hava kirliliği ve toprak kirliliği gibi terimler çevre ile ilgili günümüz dünyasında gündemi oluşturan kelimelerdir. Artan çevre bilinci endüstri ve çevre bilimcilerinin halkı bilinçlendirmesi için faaliyetlerde bulunmasına sevk etmiştir. Dünyada bir çok hükümet bunu dikkate almış ve bununla ilgili olarak çevre dostu ürünlerin kullanımı için yasa çıkarmıştır. Örneğin Almanya da bölgesel düzenlemeler ile Orman bölgelerinde biyolojik ayrışabilir yağ kullanılmadıkça ekipman kullanımını yasaklanmıştır (Glamser 2000)

2.2. Bitkisel Yağların Yiyecek Haricinde Kullanılabileceği Yerler

Bitkisel esaslı biyolojik ayrışabilir yağlar aşağıdaki yerlerde kullanılabilme imkanına sahiptirler.

Motor yakıtı olarak

Motorlarda yağlayıcı yağ olarak

Hidrolik sıvısı olarak

Pompa ve kompresör yağları olarak

Zincirli testere yağlayıcısı olarak

Gres yağı olarak

Demiryolu yağlayıcısı olarak

Soğutma sıvısı olarak

İnşaat sektöründe kalıpların sıvanmasında

1990 – 1995 yılları arasında bu tür yağlara talep yavaş yavaş arttığı halde bu talep 1995 – 2000 yılları arasında hızla artmıştır. 2000 yılından sonrada hızla artacağı tahmin edilmektedir. (Richard 1994)

3. BİTKİSEL YAĞLARIN YAKIT OLARAK KULLANILMASI

Ülkemizin zengin biyokütle kaynaklarına sahip bir tarım ülkesi olduğu göz önüne alınırsa, yenilenebilir enerji kaynaklarının alternatif motor yakıtı üretiminde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılmasının yaygınlaşması durumunda yağ bitkilerinin üretiminin artırılması imkanı her an mevcuttur. Burada yetiştirilecek bitki çeşitlerinin yağ bitkileri olması ilerde oluşacak ihtiyacı fazlasıyla karşılayacak düzeydedir.

Günümüzde bitkisel yağlar diesel yakıtı olan motorinden daha pahalı olmasına rağmen, kullanımın yaygınlaşması halinde fiyatı daha da düşecektir. Ayrıca herkesin özen göstermesi gereken çevrenin korunması konusunda bitkisel yağlar, organik kökenli olması nedeniyle çevreyi kirletmeden toprağa kazandırılabilir. Yapılan çalışmalarda bitkisel yağların emisyon değerleri, motorine nazaran daha olumlu çıkmaktadır.

3.1 Bitkisel Yağların Fiziksel-Kimyasal ve Yakıt Özellikleri

Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılabilir başlıcaları; ayçiçeği, aspir, soya, hurma, kolza, yer fıstığı, susam, keten tohumu, pamuk tohumu yağlarıdır. Çizelge 3.1' de yakıt olarak kullanılan bazı bitkisel yağların özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3.1, Diesel Motor Testlerinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Özellikleri (Oğuz 1998)

YAĞ	YOĞUNLUK (kg/m ³) (21 °C de)	VİSKOZİTE (cps) (21 °C de)	SETAN SAYISI	ISIL DEĞERİ (MJ/kg)
Diesel Yakıtı	845	03.8	45	45.2
Soya Yağı	918	57.2	-	37.1
Ayçiçeği	918	60.0	40	39.4
Zeytin Yağı	915	74.0	-	39.4
Hindistan Cevizi	915	51.9	-	37.5
Yer Fıstığı	914	67.1	-	39.4
Hurma	898	88.6	-	39.5
Hurma Çekirdeği	904	66.3	-	39.6

Çizelge 3.2, Diesel Yakıtı ve Bazı Bitkisel Yağların Temel Bileşenleri ve Isıl Değerleri (Apfelbeck1986)

	Birim	Diesel Yakıtı	Kolza Yağı	Soya Yağı	Ayçiçek Yağı
Karbon, C	%	86	77.7	77.8	77.6
Hidrojen, H	%	13	12.0	11.8	11.7
Oksijen, O	%	0.4	10.9	10.7	11.1
Kükürt, S	%	0.3	-	-	-
Isıl Değeri	MJ/kg	41.6 - 45.2	35.8	36.1	36.2
	MJ/dm ³	35.8	32.9	33.2	33.3

Çizelge 3.2' de bazı bitkisel yağların, karbon, hidrojen, oksijen ve ısı değerleri verilerek diesel yakıtı ile karşılaştırılmıştır. Çizelgeye göre bitkisel yağların karbon ve hidrojen değerleri diesel yakıtına yakın; oksijen değeri ise daha yüksektir. Isıl değerleri ise diesel yakıtının ısı değerinden yaklaşık % 10-15 kadar daha azdır. Çizelge 3.3' de bazı bitkisel yağların yağ asidi bileşimleri verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi ayçiçek yağı, oleik asit ve linoleik asitçe zengin bir yağdır. Araştırma ve uygulamalar; kimyasal yapı olarak uzun, dallanmış ve tek çift bağlı yağ asitlerini içeren yağların uygun diesel alternatifi olduğunu ve artan doymamışlık derecesinin setan sayısını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu durum, oleik asitçe zengin yağları ön plana çıkarmaktadır (Karaosmanoğlu ve Aksoy 1994).

Çizelge 3.3, Bitkisel Yağların Yağ Asidi Bileşimleri (Oğuz 1998)

Yağ Asitleri	Bitkisel Yağlar					
	Karbon Yapısı	Ayçiçek Yağı	Soya Yağı	Yerfıstığı Yağı	Pamuk Tohumu Yağı	Mısır Yağı
Miristik Asit	14	-	-	-	1	-
Palmitik Asit	16	6	11	10	24	11
Stearik Asit	18	5	4	3	2	2
Oleik Asit	18:1	19	24	49	19	26
Linoleik Asit	18:2	69	53	34	54	60
Linolenik Asit	18:3	1	8	-	1	1
Araşidik Asit	20	-	-	1	-	-
Behenik Asit	22	-	-	3	-	-

Bitkisel yağların bir çoğunun setan sayısı ASTM alt sınırının üstündedir. Bu açıdan, diesel motorlarda bitkisel yağın kullanımında vuruntulu çalışmayı etkileyen setan sayısı problem teşkil etmemektedir. (Peterson 1995, Özaktaş 1998)

Ayrıca bitkisel yağlar diesel motorlarda hiçbir değişiklik gerektirmeden kullanılabilirler. Motor test çalışma sonuçları arasında bazı ayrılıklar bulunmakla beraber ester yakıtların motorin eşdeğer veya farklı motor karakteristikleri ve egzoz emisyonu gösterebilecekleri belirtilse de genel sonuç bitkisel yağların çevre dostu, mevcut en iyi motorin alternatifi olduğu şeklindedir. Diesel yakıtına göre düşük karbon içerikli ester yakıtlar, kül oluşumunu azaltarak, %0.005 den düşük kükürt içeriği ile SO₂'den ileri gelen kirliliğini hemen hemen ortadan kaldırmakta, fotosentez çevrimi gereği sera etkisini artırmamakta, özellikle partikül emisyonlarında olmak üzere CO, HC, NO_x emisyonlarında da olumlu düşümlere neden olmaktadır. Ayrıca bitkisel yağlar zehirli olmayan, biyolojik olarak kolay ve çabuk ayrışabilen maddelerdir. (Purcell 1996)

3.2 Bitkisel Yağların Yakıt Özelliklerini İyileştirme Yöntemleri

Bitkisel yağların enerji içerikleri, petrol kökenli diesel yakıtları ile hemen hemen aynı düzeydedir. Ancak diesel yakıtına göre 10-20 kat daha fazla sahip oldukları yüksek viskozite sebebiyle; enjektörlerde tıkanma, yağlama yağı problemleri ve motor ömrünün kısalması ana sorunları ile belirtilebilecek pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır. Bitkisel yağların direkt püskürtmeli diesel motorlarında uzun süreli kullanımları imkansız olup, sadece rafine yağların ön yanma odalı diesel motorlarında bazı sınırlamalar ile değerlendirilmesi mümkündür (Karaosmanoğlu ve Aksoy 1994). Bütün bu olumsuz faktörler, motor bakım masraflarını artırıcı ve motorun ömrünü kısaltıcı yönde etki etmektedir. Bitkisel yağların diesel yakıt alternatifi olarak değerlendirilebilmesi için, öncelikle yüksek viskozite probleminin çözülmesi gerekmektedir. Buna göre yüksek viskozite problemi, saf bitkisel yağlara çeşitli yöntemler uygulanarak çözülmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerin başlıcaları seyreltme, mikroemülsiyon oluşturma, piroliz ve transesterifikasyon yöntemleridir.

Seyreltme yönteminde, bitkisel yağlar belli oranlarda diesel yakıtı ile karıştırılarak seyreltilmekte, böylece viskozite değeri belli oranlarda düşürülmektedir. Seyreltme yöntemi uygulamalarında en çok tercih edilen bitkisel yağlara örnek olarak, ayçiçek yağı, soya yağı, aspir yağı, kolza yağı, yer fıstığı yağı, kullanılmış kızartma atık yağları sayılabilir.

Mikroemülsiyon oluşturma yöntemi; metanol veya etanol gibi kısa zincirli alkollerle bitkisel yağın mikroemülsiyon haline getirilme işlemidir. Böylece viskozite değeri düşmektedir. Bu yöntemin sakıncası, alkollerin setan sayılarının düşük olması nedeniyle emülsiyonun setan sayısının düşük olması ve düşük sıcaklıklarda karışımın ayrışma eğilimi göstermesidir.

Piroliz yönteminde, moleküller yüksek sıcaklıkta daha küçük moleküllere parçalanmaktadır. Bu yöntem sayesinde viskozite oldukça düşürülmekte, fakat işlemler ilave masraf gerektirmektedir.

Transesterifikasyon yöntemi ise bitkisel yağlar, bir katalizör vasıtasıyla alkolle reaksiyona sokularak yeniden esterleştirilmesi işlemidir. Bu yöntem viskoziteyi azaltmada en etkili yöntemdir. Fakat esterleştirme kimyası zordur. Örnek olarak hint yağında yapılan bir transesterifikasyon işleminde ham hint yağının viskozitesi 100 ° F'da 1100 Redwood- saniye iken, transesterifikasyon işleminden sonra aynı sıcaklıkta 74 Redwood saniyeye düşmüştür (Agra ve ark. 1996).

3.2.1 Transesterifikasyon (Esterleştirme) İşleminin Yapılması

Esterleştirme işlemi geniş bir kullanım alanı bulmuş bununla ilgili bir çok yöntemler geliştirilmiştir. Biyoyakıt üretiminde esterleştirme işleminin bu kadar kabul görmesinin sebebi elde edilen yakıtın özelliklerinin diesel yakıtına çok benzer olmasıdır. Basit bir esterleştirme işlemi şu şekilde özetlenebilir.

Karışımı oluşturan maddeler

Karışım:
Artık bitkisel yağlar (WVO) – kullanılmış kızartma yağları, hayvansal yağlar,
Methanol (CH₃OH) -- 99%+ safılıkta
Sodyum hidroksit (NaOH -- yakıcı soda) – susuz olmak zorunda
Titrasyon:
Isopropil alkol -- 99%+ safılıkta
Saf su

Phenolphthalein solüsyon (bir yıldan eski olmamalı, kuvvetli ışıktan korunmalı)**Yıkanma:**
Sirke, Su**İşlemler:**

1. Karışımı herhangi bir yemek artığı veya parçacıktan arındırmak için filtre edilmelidir.
2. Karışım ısıtılarak su uzaklaştırılmalıdır
3. Ne kadar katalizör gerektiğini tespit etmek için titrasyon yapılmalıdır.
4. Sodyum metoksit hazırlanmalıdır
5. Sıcak karışım sodyum metoksit içine karıştırılmalıdır.
6. Gliserin oluşuncaya kadar beklenmelidir.
7. Yıkanmalı ve kurutulmalı
8. Kalitesi kontrol edilmelidir.

Aşağıdaki çizelge de esterleşme işleminden sonra elde edilen biodieselin özellikleri diesel yakıtı ile karşılaştırılarak verilmiştir.

Çizelge 3.4 Biodiesel ile diesel yakıtının mukayesesi (Anonymous 2001)

Özellikler	Biodiesel	Diesel
Setan Sayısı	51 – 62	44 - 49
yağlayıcılık	Oldukça iyi	Çok düşük
Biyolojik ayrışabilirlik	Kolayca Ayrışabilir	Zayıf
Toksik	Gerçekte toksik değil	Yüksek Toksik
Oksijen	% 11 den fazla serbest oksijen	Çok düşük
Aromatikler	Aromatik içermez	18-22%
Kükürt	Yok	0.05%
Parlama Noktası	300-400 Deg. F	125 Deg. F
Dökülme zararı	Yok	Yüksek
Malzeme uyusabilirliği	Kauçuk hariç doğal malzemelerde az uyusabilir	Kauçuk hariç doğal malzemelerde etkili değildir
Taşınması	Zarar vermeden ve patlamadan taşınabilir	Tehlikelidir
Isıl Değeri	Diesel'den % 2-3 daha yüksektir	
Temin kaynağı	Yenilenebilir	yenilenemez
Temini	Çok geniş	Sınırlı
Enerji Teminatı	Ulusal ham materyal	Ulusal ve ithalat karışımı
Alternatif Yakıt	Evet	Hayır
Üretim İşlemleri	Kimyasal Reaksiyonlar	Reaksiyon + Parçalanma

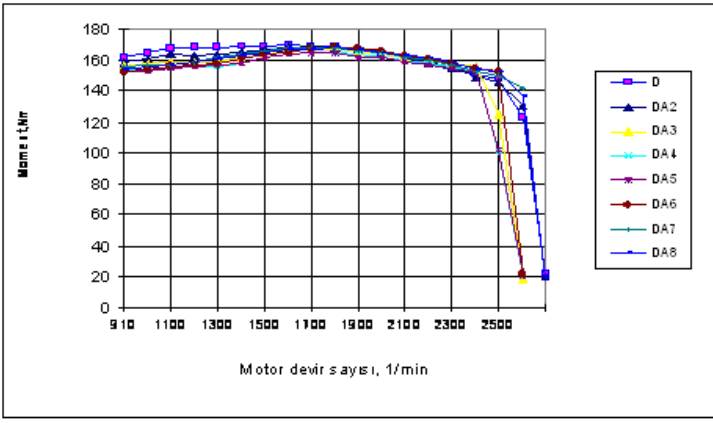
3.3 Bitkisel Yağların Termik Motorlarda Kullanılması

Bitkisel yağların yakıt olarak kullanılmasında, diesel yakıtının yerine geçebilecek bitkisel yağın fiyatı ekonomik olup olmayacağı, bu yağların fiziksel-kimyasal ve yakıt özelliklerinin nasıl olacağı, şu an elimizde bulunan motorlara en uygun yağın hangisinin olacağı, diesel motorlarda bu yağların uzun süreli kullanımının verimli olup olmayacağı, bitkisel yağların ihtiyacımız olan petrolün ne kadarına kafi gelebileceği, bu yağların kullanılması ile ekonomiye nasıl katkı sağlanabileceği, bitkisel yağların kullanımında diesel motorların karakteristik eğrilerinin nasıl olacağı, bitkisel yağlarda birtakım işlemler yapılarak şimdiki motorlarda kullanılabilecek hale getirilebileceği mi yoksa bitkisel yağları verimli bir şekilde yakıt olarak kullanabilmesi için motorlarda mı değişiklik yapılması gerektiği gibi bir takım sorularla karşılaşılmaktadır.(Cığızoğlu 1997, Braun 1982, Baranescu 1982)

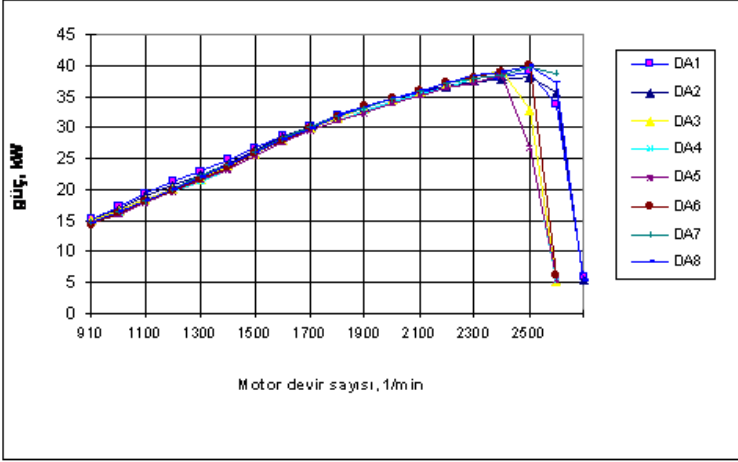
Bütün bu soruları cevaplamak gerekir fakat burada iki önemli husus vardır. Bunlardan birincisi hangi bitkisel yağın kullanılması gerektiği; ikincisi ise günümüz motorlarında bu yağın kullanılması durumunda motorun karakteristik eğrilerinin nasıl olacağıdır.

Bitkisel yağlar yüksek viskoziteleri nedeni ile içten yanmalı motorlarda direkt olarak kullanılamamaktadır. Bu yüzden ya bitkisel yağların özelliklerinde birtakım değişiklikler yada motorda birtakım değişiklikler yapmak gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada ayçiçek yağı ile diesel yakıtı belli oranlarda karıştırılarak seyreltilmiş ve 3 silindiri, dört zamanlı, 43 kW gücünde direkt enjeksiyonlu John Deere traktör motorunda denenmiştir.

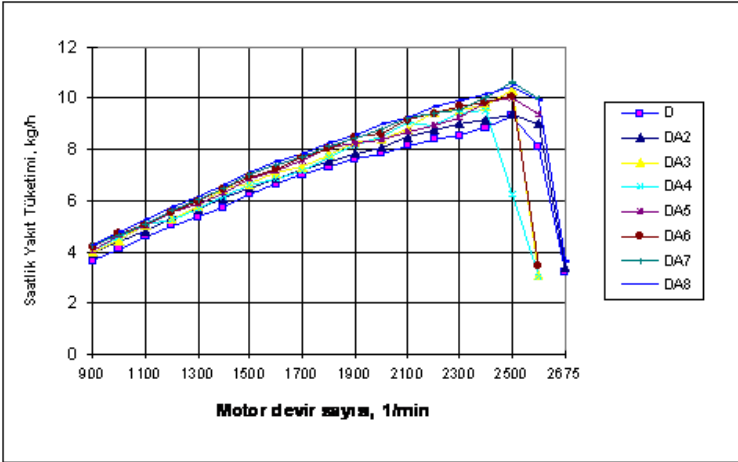
Gerçekleştirilen motor deneyleri sonunda tüm yakıtların tam gaz durumunda güç, moment, saatlik yakıt tüketimi, özgül yakıt tüketimi; motor devir sayısının fonksiyonu olarak şekil 3.1 a, b, c, d' de grafiklerle verilmiştir. Motor karakteristik eğrileri incelendiğinde güç ve moment değerlerinde çok az bir düşme; özgül yakıt tüketiminde ise artış olduğu görülmektedir. Yanma olayında yakıtların ısı değerleri önemli bir etken olduğu söylenebilir. Karışım yakıtların ısı değerleri diesel yakıtından DA2 % 1.6, DA3 % 4.1, DA4 % 5.8, DA5 % 7.5, DA6 % 8.4, DA7 % 10.3, DA8 % 11.9 daha düşüktür. Bu nedenle grafikler incelendiğinde karışım yakıtlar kullanıldığında aynı devir sayıları için diesel yakıtına yakın güç değerlerinin elde edilmesi özgül yakıt tüketimindeki bir miktar artış ile sağlanabilmektedir. Maksimum güçte DA8 yakıtının kullanılmasıyla özgül yakıt tüketiminde diesel yakıtına göre % 12.5' lik bir artış meydana gelmiştir.



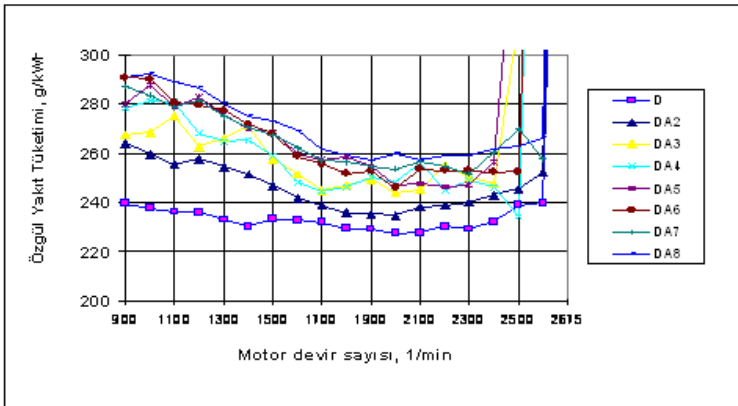
Şekil 3.1. a. Bitkisel Yağın Kullanılması İle Motor Devir Sayısına Bağlı Olarak Moment Değişimi. (Oğuz 2000)



Şekil 3.1. b. Bitkisel Yağın Kullanılması İle Motor Devir Sayısına Bağlı Olarak Güç Değişimi. (Oğuz 2000)



Şekil 3.1. c. Bitkisel Yağın Kullanılması İle Motor Devir Sayısına Bağlı Olarak Saatlik Yakıt Tüketimi Değişimi. (Oğuz 2000)



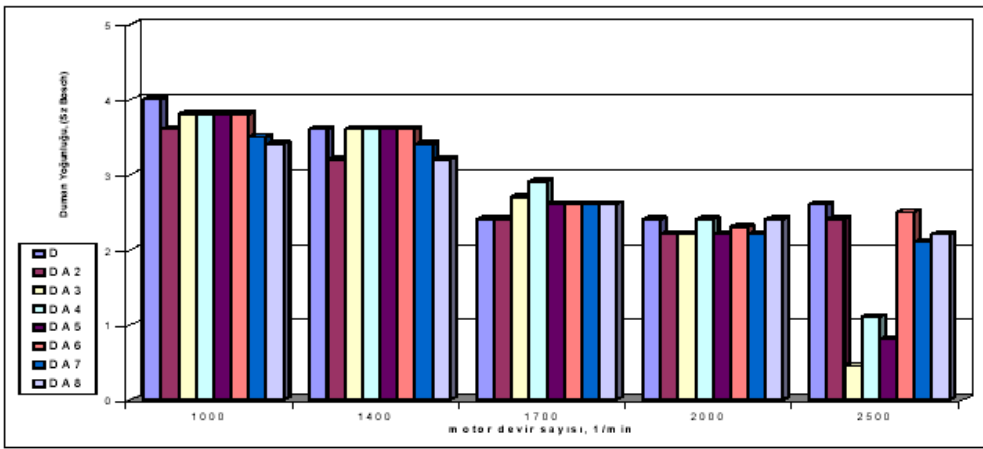
Şekil 3.1. d. Bitkisel Yağın Kullanılması İle Motor Devir Sayısına Bağlı Olarak Özgül Yakıt Tüketimi Değişimi. (Oğuz 2000)

3.4 Bitkisel Yağların Yakıt Olarak Kullanılmasında Çevreye Olan Etkileri

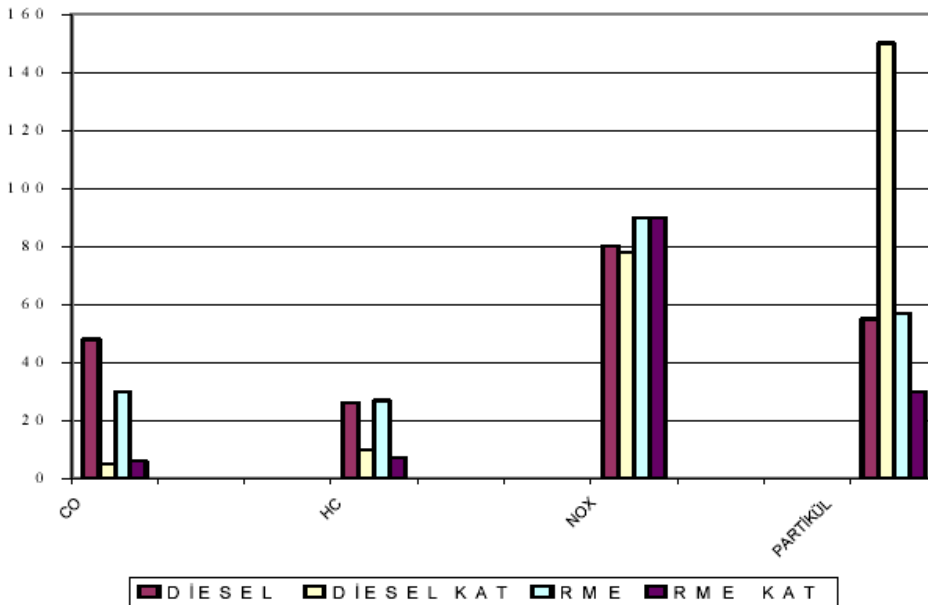
Otomobillerin insanlara sağladığı ulaşım rahatlığı, hareket özgürlüğü büyüktür. Ancak egzozundan çıkan gazlarla şehir havasını dolayısı ile tüm atmosferi kirleterek, sera etkisi dediğimiz ve gittikçe artan tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Hava kirliliğinin büyük boyutlara ulaştığı günümüzde, motorlu taşıtlardan gelen kirliliğin ihmal edilemez boyutlarda olduğu bilinmektedir. Özellikle büyük şehirlerde taşıtlardan gelen kirlenici emisyonlar ısınmadan gelenlerden çok daha fazladır. (Weidmann1994, Geyer 1984, Alibaş 1993, Karaosmanoğlu 1995). Yapılan araştırmalarda, fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan karbonmonoksit, hidrokarbon ve azot bileşiklerinin yarısı, benzin ve diesel motorlarından kaynaklanmaktadır. Özellikle diesel motorları kükürtdioksit ve kurumun en başta gelen üreticisidir. Karbon monoksit gazı, kapalı yerlerde insanları öldürebilmekte, azot bileşikleri ise tarım ürünlerine zarar vermekte ve binalarda aşınmalara yol açmaktadır. Havadaki hidrokarbonlar, güneş altında azotoksit gibi değişik maddelerle reaksiyona girip, caddelerin üzerinde kanser yapıcı bir ozon tabakası oluşturabilmektedir. (Apfelbeck 1986, Francisco 2000, Rakopoulos 1992)

Taşıtlardan gelen kirlenici emisyonlar ilk defa ABD’de ciddi olarak ele alınmış ve egzoz gazlarının içerebileceği zararlı madde miktarına yasal bir sınırlama getirilmiştir. 1983 yılına gelindiğinde ise Hollanda, Kanada, Japonya ve Avusturya gibi pek çok ülke bu standartları benimsemiştir. Avrupa topluluğu ise, bu ölçüleri 1989 yılı içinde kabullenmiştir. Ülkemizde de emisyon değerleri sınırları belirlenmiş ve kontrol edilmektedir. ABD’de 2010 yılına kadar % 30'luk bir oranda taşıtlarda petrol ürünlerinin azaltılması planlanmaktadır. (Yazıcıoğlu 1995)

Yukarıda bahsedilen çalışmada motor devir sayısına bağlı olarak her bir yakıt için belirlenen egzoz gazı duman yoğunluğu değerlerinden faydalanılarak çizilen karışım yakıtların duman yoğunluğu değişimi şekil 3.3’ de görülmektedir. Diesel motorlu taşıtlarda duman yoğunluğu katsayısı üst sınır değeri 3.5 olarak belirlenmiştir (Işıksoluğu 1997). Diesel yakıtı ile yapılan denemelerde yüksek devirlerde bu sınır aşılmamış, düşük devirlerde ise bu değer 4’e kadar çıkmıştır. Diesel yakıtının duman yoğunluğu bütün karışım yakıtlardan daha fazla çıkmıştır.



Şekil 3.3 Yakıtların Motor Devrine Bağlı Olarak Duman Yoğunluğu Değişimleri (Oğuz 2000)



Şekil 3.4 Diesel ve RME (Kolza Metil Ester) yakıtlarının Emisyon değerleri (Wolfensberger 1994)

Bir başka çalışmada motorda diesel yakıtı, diesel yakıtı ve katalizör ile Kolza metil ester (RME) ve katalizör ile denemiş elde edilen emisyon değerleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen grafik şekil 3.4 de verilmiştir. Bitkisel yağların çeşidi 4000' den fazladır. Bu çeşitlerin üretimi ülkeden ülkeye değişmektedir. Esterleştirme sonucu elde edilen biyoyakıtların özellikleri de buna bağlı olarak ülkeden ülkeye değişmektedir. Almanya, Fransa, Avusturya, İtalya ve ABD. üretim metotlarını, parametreleri ve ester yakıt değerini ve yakıt özelliklerini belirlemişlerdir. Bu çalışmaları birleştirerek ön norm standartları hazırlamışlardır. Bitkisel yağlar uygulamada ki başarısını kanıtlanmış en önemli diesel motoru alternatif yakıttır. Batı Avrupa da 44 tesiste; Doğu Avrupa da 29 tesiste; Kuzey Amerika da 8 tesiste ve diğer ülkelerde 4 tesiste biyomotorin üretilmektedir ve bu tesislerdeki toplam yıllık üretim 750 000 tonu aşmaktadır (Özçimen 2000)

Sonuç olarak ayçiçek yağı - diesel yakıtı karışımı alternatif yakıtların diesel motorlarında gerektiğinde alternatif yakıt olarak kullanılabileceği ancak yakıtın maliyetinin yüksek olması bir dezavantaj olduğu söylenebilir. Çevrenin korunmasında diesel motorlar için kriter olan duman yoğunluğunda azalma sağlanabilmesi, biyolojik ayrışabilir olması, tarım sektöründe enerji girdisinin sektörün kendi imkanlarıyla temin etmesine imkan sağlaması önemli üstünlüklerdir. Biyomotorinin olumsuz bir toksik etkisi bulunmamaktadır. Biyomotorin için ağızdan alınmada öldürücü doz 17.4 g biyomotorin/kg vücut ağırlığı şeklindedir. Sofra tuzu için bu değer 1.75 g tuz/kg vücut ağırlığı olup, tuz biyomotorinden 10 kat daha yüksek öldürücü etkiye sahiptir. İnsanlar üzerinde yapılan elle temas testleri biyomotorinin ciltte % 4'lük sabun çözeltisinden daha az toksik etkisi olduğunu göstermiştir.

Seyreltme yönteminin geçiş döneminde kullanılması, esterleştirme tesislerinin Ülkemizde de kurularak biyomotorin pazarının oluşturulması sağlanmalı ve bu konuda halk bilinçlendirilmelidir.

4. BİTKİSEL YAĞLARIN MOTOR YAĞI OLARAK KULLANILMASI

Günümüzde yaygın olarak kullanılan motor yağları petrol esaslı mineral yağlardır. Motor teknolojisinin gelişimine paralel olarak mineral yağlarda bol bulunması sebebi ile özellikler motorun isteğine göre iyileştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaya gelmiştir. Fakat son yıllarda ortaya çıkan çevre problemleri ve insanoğlunun çevrenin korunması konusunda duyarlı hale gelmesi ile çevreyi daha az kirleten yenilenebilir kaynaklardan motor yağı elde etme ve bunları motorun isteklerine uygun hale getirme çalışmaları başlamıştır. Bu yağlar sentetik yağlar grubunda toplanmaktadır. Çevre dostu yağlama yağı, üretimi, kullanım ve kullanım sonrasında, hava, su ve toprağı en az düzeyde kirletmeli; insan, hayvan ve bitkilere ise en az düzeyde sağlık ve güvenlik sorunları oluşturmalıdır. (Karaosmanoğlu 1997, Francis 2000, Caro 2000)

Çizelge 4.1 Çeşitli Bitkisel Yağlar ve Madeni Yağların Mukayesesi. (Karaosmanoğlu 1997)

Yağlama Yağları	Viskozite (cSt)		Viskozite İndeksi	Akma Noktası (°C)	Alevlenme Noktası (°C)
	40 °C	100°C			
Madeni Yağ	20,47	4,03	89	-9	189
Düşük Erüsik Asitli Kolza Yağı	36,21	8,19	211	-18	346
Yüksek Oleik Asitli Ayçiçek Yağı	39,95	8,65	206	-12	252
Çok Yüksek Oleik Asitli Ayçiçek Yağı	40,15	8,65	202	-18	271
Soya Yağı	28,86	7,55	246	-9	325

Çizelge 4.1' de çeşitli bitkisel yağların ve madeni yağların bazı özellikleri verilerek mukayese edilmiştir. Bitkisel yağların viskozite indeksleri ve alevlenme noktası madeni yağdan daha iyidir. Pek çok ülkede biyolojik olarak kolay ve çabuk bozulabilen bitkisel kökenli yağlama yağlarının, yağlama yağları toplam tüketimi içindeki paylarının artması gereklidir. Bitkisel kökenli, çevre dostu yağlama yağları, yağlar ve başta yağ asidi esterleri olmak üzere yağ türevleridir. Bu tip yağlayıcılar 19. yüzyıl öncesinde başlıca yağlama yağları idiler; kolza yağı, hintyağı, gibi bitkisel yağlar yağlama işlemlerinde kullanılıyordu. Petrol rafinasyonunun gelişimi ile, madeni yağların uzun yıllar bol ve ucuz bulunur olmaları bitkisel yağlara ilgiyi azaltmışsa da 80'li yıllardan sonra, bu tip yağlama yağlarının sentetik yağlama yağları içindeki konumu ön plana çıkmıştır.

4.1 Biyolojik Ayrışabilir Yağlayıcılar İçin Esas Akışkan Olarak Bitkisel Yağların Kullanılmasının Sebebi.

Mineral yağlar ile bitkisel yağların basitleştirilmiş kimyasal yapıları mukayesesinde büyük oranda benzerlik görülmektedir. En büyük fark ise mineral yağlar bir hidrokarbonlu iken bitkisel yağlar esterlerdir. Bitkisel yağların polar ester gruplarının etkisinden dolayı sürtünme ve aşınma azalması gibi özellikleri mineral yağlardan daha iyidir. Polar gruba sahip bitkisel yağlar yağlanmaya başlanan mekanizmada tortu şeklinde kalan kirlenme ve atk yağ parçacıklarını daha iyi çözer. Çünkü bu özellikler bitkisel yağ esaslı yağlayıcılar için dispersiyon isteğini, aşınma etkenlerini sürtünme etmenlerinin miktarının azaltılmasını mümkün kılmaktadır. (Richard 1994)

4.2. Çeşitli yağların biyolojik ayrışabilirliği

Biyolojik ayrışabilirliğin yaygın ölçüm metodu olan CEC-L-33-A-93 testi ile ölçülen bazı yağlayıcıların temel maddelerinin biyolojik ayrışabilirliği çizelge 4.2'de verilmiştir. Polialfaolefinler % 5-30 biyolojik ayrışabilmiştir. Beyaz gresin biyolojik ayrışabilirliği % 25-45 iken mineral yağlar için biyolojik ayrışabilirlik oranı % 15-35 dir. Poliglicoller % 50-80 biyolojik olarak ayrışabilirler ve geliştirilmiş yağlayıcı maddelerde kullanılırlar. Sentetik esterler ve bitkisel yağların her ikisi de % 70-95 biyolojik olarak ayrışabilmektedir. Maksimum biyolojik ayrışabilen yağların formüle edilmesinde bu sıvılar kullanılabilir.

Çizelge 4.2, Çeşitli yağların biyolojik ayrışabilirliği. (Richard 1994)

Yağlar	Biyolojik Ayrışabilirlik
PAOS (Polialfaolefin)	% 5 – 30
Mineral yağ	% 15 – 35
Gres Yağı	% 25 – 45
Poliglikol	% 50 – 80

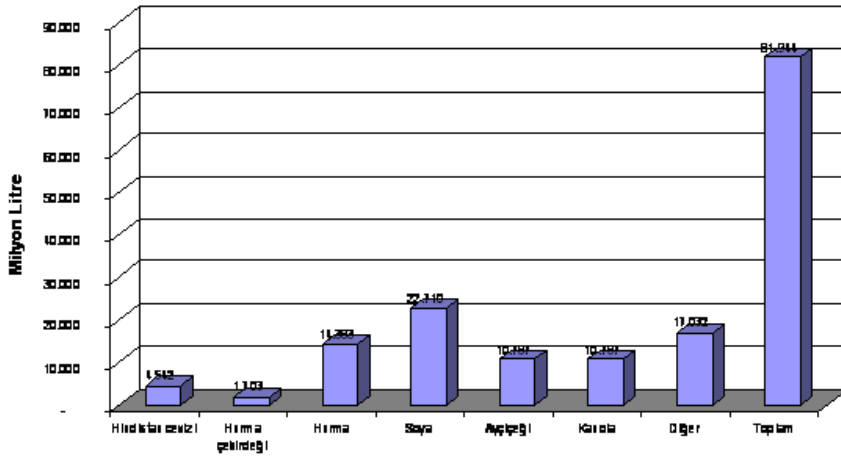
Sentetik Ester	% 70 – 95
Bitkisel Yağ	% 75 – 95

Formüleştirilen biyolojik ayrışabilir yağlayıcı maddelerin en iyisini belirlemek için mineral yağların, bitkisel yağların ve sentetik yağların fiziksel özelliklerinin bazılarını karşılaştırmak gerekir. Hem sentetik esterler hem de bitkisel yağlar mineral yağlardan önemli ölçüde daha çok biyolojik ayrışabilirler. Çizelge 4.2'de çeşitli yağların biyolojik ayrışabilirliği verilmiştir. Her iki ester tipi sıvıda mineral yağlardan daha yüksek parlama noktasına, daha iyi çözünürlüğe, daha yüksek yüzey aktivitesine sahiptir. Ne var ki bitkisel yağlar, mineral yağlar ve sentetik esterlere göre azalmış oksitlenme direnci ve termal denge daha az hidrolitik denge ve azalmış düşük ısı performansı gibi dezavantajlara sahiptir. Sonuç olarak biyolojik yağlayıcılar için sentetik esterler seçilen yağlayıcılar olabilir kararına varılabilir. Bununla birlikte bitkisel yağlar ile sentetik esterler arasında daha çok detaylandırılmış bir karşılaştırma yapılması daha iyi olacaktır.

Bitkisel yağların toksik olmamaları, biyolojik olarak kolay ve çabuk ayrışabilmeleri, yüksek viskozite indeksleri, yüksek alevlenme noktaları, kaynaklarının yenilenebilir olması ve yüksek maliyet oluşturmamaları avantajlarıdır. Ancak bitkisel yağların hidrolitik dayanıklılıkta düşüklük, oksitlenme direncinin az olması, bazı katkı maddeleri ile uyuşmama gibi dezavantajlara sahiptir. Biyolojik çabuk ayrışabilir sıvıların uygulama alanlarının yaygınlaştırılması için sıvıların etkili bir şekilde teknik istekleri ve gerçeğe uygun deneme yöntemleri göz önüne alınarak standartlaştırılmasına gerek vardır. (Acaroğlu 1996)

4.3 Kanola Yağının Tercih Edilmesinin Nedeni

Kanola yağı yağlayıcı madde olarak formüleştirmek için kullanılan yağların en uygunlarından biridir. Kuzey Amerika da kanola, Avrupa da kolza ismi ile anılmaktadır. Bitki ilk yetişme evresinde sarı çiçeklerle görülür daha sonra tohum bağlar ve bu tohumlardan yağ elde edilir.



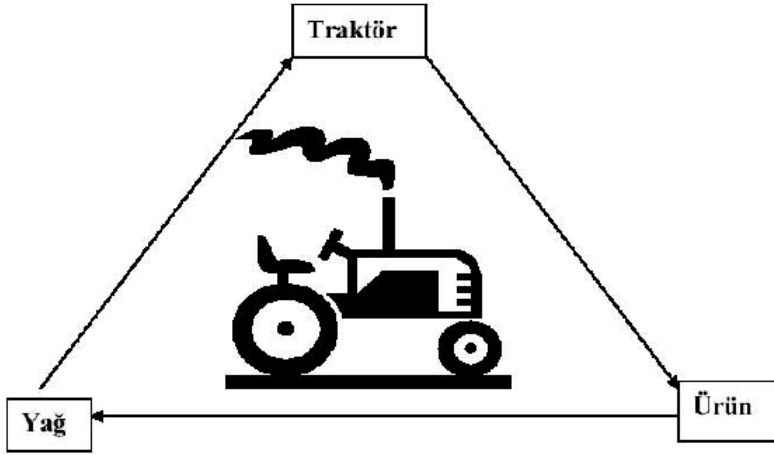
Şekil 4.1. Kaynaklar İtibariyle Yağların Dünyadaki Üretimi. (Richard 1994)

Şekil 4.1' de kaynaklar itibariyle yağların dünyadaki üretimi verilmiştir. Şekilden anlaşıldığı gibi kanola yağı üretimi önemli bir miktarda iken soya yağı üretimi bunun en az iki katı daha fazladır. Bitkisel yağların seçiminde soya yağ üretim fazlası olduğu için tercih edilebilir ancak soya yağı yağlayıcı olarak diğer bitkisel yağlardan daha az iyi özelliklere sahiptir.

Her bir yağda yağ asidi zincirinin farklı tiplerinin oranı olarak yaygın bitkisel yağların kompozisyonu değişir. Bu zincirlerin oranları her bir akışkanın fiziksel özellikleri için anahtardır. Monodoymamış zincirler oksitlenme direnci için iyidir. Polidoymamış zincirler fakir oksitlenme direnci verir fakat düşük sıcaklık özelliğini iyileştirmektedir. Doymuş yağ asidi zincirinin düşük sıcaklık direnci çok azdır. Bu yüzden istenen yağ çoğunlukla monodoymamış ve polidoymamış zincirler ve minimum doymuş zincirlerin karışımına sahip olacaktır. Kanola % 58 monodoymamış, % 36 polidoymamış ve % 6 doymuş zincire sahip bu tipte bir yağdır. Bunlar yağa, kabul edilebilir oksitlenme direnci ve düşük sıcaklık performansı sağlarlar. Soya yağı aksine diğer mevcut yağlara göre önemli derecede daha az oksitlenme direnci sağlayan % 61 lik polidoymamış zincire sahiptir. Yüksek oleik asitli ayçiçeği yağı gibi bir yağ oksitlenme direncini artırmak için kullanılabilir. Yüksek oleik asitli ayçiçeği yağı kanola yağından daha çok oksitlenme direncine sahiptir. Özetle kanola yağının özellikle Avrupa ve Amerika'da bol miktarda yetiştirilmesi ve bir çok iklim kuşağında yetiştirilme imkanının bulunması; düşük maliyeti ve kabul edilebilir düşük sıcaklık performansı ve oksitlenme direnci seçilmesi için önemli neden olabilir.

4. 4 Biyolojik Ayrışabilir Bir Traktör Yağının Geliştirilmesi

Traktör hidrolik sıvıları birkaç farklı şekilde sınıflandırılabilir. Üniversal süper traktör yağı (STOU) motor yağı ve direksiyon da kullanmak için uygundur. Bir üniversal traktör transmisyon yağı (UTTO) ise sadece direksiyon yada hidrolik sıvıdır. Tarımsal ekipmanlarda bitkisel yağ esaslı biyolojik ayrışabilir yağlayıcıların kullanımı oldukça uygundur. Çünkü bunlar çevreye uyumludur. Traktör için yağlayıcı madde olarak kullanılan yağın traktör kullanılarak elde edilen üründen elde edilmesi sürekli çevrimi sağlamaktadır. Çevre dostu olarak bitkisel yağların biyolojik ayrışabilir olması nedeniyle traktör yağlayıcısı olarak yaygın bir şekilde kabul göreceği tahmin edilmektedir. Bu çevrim şekil 4.2' de verilmiştir. Yapılan bir çalışmada biyolojik ayrışabilir bitkisel yağa ekolojik yanıt veren traktör transmisyon yağı (ERTTO) olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 4.2 Traktör - Ürün -Yağ Çevrimi

Biyolojik ayrışabilir bir traktör yağının geliştirilmesi için üç tane temel kriter ortaya konmuştur. Bunlar:

- Esas yağlayıcı madde olarak bitkisel yağ kullanmak
- Mineral esaslı yağın sağladığı performansı sağlamak
- Yağlama yağı ömrünü doldurduğunda en az % 66 sının biyolojik olarak ayrışabilmesi.

Richard ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada mineral yağ ve bitkisel yağların özelliklerini belirlemek için viskozite tayini, korozyon ve sulanma testi, sızdırmazlık testi, aşırı basınca dayanma testi, oksitlenme testi, biyolojik ayrılabilirlik testi gibi testler yapmışlar ve bunları karşılaştırmalı olarak ortaya koymuşlardır

4.4.1 Viskozite Testi Sonuçları

Çizelge 4.3'de Mineral esaslı UTTO ile bitkisel yağ esaslı ERTTO özellikleri karşılaştırılmıştır. Çizelge incelendiğinde görülüyor ki bitkisel yağ esaslı ERTTO yağının viskozite değeri 100 °C de daha yüksektir. Ve mineral yağ esaslı UTTO ile düşük sıcaklıklarda mukayese edildiği zaman daha akıcıdır. Bitkisel yağların kesilme direnci daha iyidir. Çünkü bitkisel yağların daha yüksek viskozite indekslerine uygun kimyasal yapı kazandırılabilirdiğinden viskoziteleri daha az değişir. Her iki sıvının akma noktası hemen hemen aynıdır.

Çizelge 4.3 Bitkisel yağ ve Mineral yağın viskozite değerleri

Test	Birim	ERTTO	UTTO
Kinematik Viskozite	100 °C, cst	10,26	9,4
(ASTM D445)	40 °C, cst	48,6	58,5
Kesilme Direnci ¹	% Viskozite kaybı	10,8	15
Dayanma alanı viskozitesi	-20 °C, cP	1,600	3,750
(ASTM D2983)	-35 °C, cP	11,1150	52,000
Akma Noktası (ASTM D97)	°C	-40	-39
Kararlı Akma Noktası (FTM 203)	°C	-39	-37

¹ Diesel Enjektör Tipi Kesilme Testi

Çizelge 4.4 Korozyon ve sulanma hassasiyeti

		ERTTO	UTTO
Pas koruması, (saat)	ASTM D1748	>100	> 100
Bakır korozyonu	ASTM D130	1a	1a
Sulanma hassasiyeti			
% katkı maddesi kaybı		0,0	0,0
(Yağa %0,5 hacminde su ilavesi)		0,0	0,0

4.4.2 Korozyon ve Sulanma Hassasiyeti Testi Sonuçları

Bitkisel yağlar için korozyon ve sulanma hassasiyeti problemi olabileceği akla gelmektedir; çünkü bitkisel yağlar mineral yağlardan daha dayanıksızdır.

Ancak ERTTO üzerindeki yapılan korozyon ve sulanma hassasiyeti testleri bu problemin olmadığını göstermiştir. Sonuçlar çizelge 4.4'de verilmiştir.

4.4.3 Sızdırmazlık Testi Sonuçları

Çizelge 4.5 de yaygın olarak kullanılan sızdırmazlık materyalleri ile bir problem olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.5 Sızdırmazlık testi sonuçları

	ERTTO	UTTO
Lastik uyuşabilirliği		
Hacim Değişimi, (%)	+1.0	+1.2
Sertlik Değişimi, (pts)	-0.5	0
Çökeltme,	-	-
Suni Kauçuk		
Hacim Değişimi, (%)	+2.5	1.8
Sertlik Değişimi, (pts)	-3.0	-2.0

4.4.4 Aşırı Basınca Dayanma Performansı

Çizelge 4.6' da gösterilen veriler tarafından ERTTO nun aşırı basınca dayanma performansı gösterilmiştir. Aşınma, yükleme aşınması ve pompa testi akış azalması testlerinde ERTTO ile UTTO karşılaştırıldığında ERTTO nun eşit veya üstün olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6 Aşırı basınca dayanma performansı sonuçları

	ERTTO	UTTO
Aşınma (kütle, mg)	0.5	1.1
Yük (N)	73	50
Yükleme Aşaması	9	9
FZG Aşınma Testi (60 saat, ağırlık kaybı, mg)	24	24
Hidrolik pompa testi Akış azalması	2.6	2.5

4.4.5 Oksitlenme Testi Performansı Sonuçları Bitkisel yağın oksitlenme direnci oksitlenme direnci deney şişesinde yapılmıştır. Burada bitkisel yağların uçuculuğu mineral yağlardan daha düşük olduğundan daha az buharlaşma kaybı meydana gelmiştir. Mineral yağlardan daha büyük olan Kinematik viskozite artışı ERTTO da % 5 dir. Fakat izin verilen bu değer % 10 limitinin altındadır. Bitkisel yağ olan ERTTO bu testte çözünmemiş ve artık bırakmamıştır. Oksitlenme performansı Çizelge 4.7'de verilmiştir.ERTTO çeşitli traktörlerde tarla testlerine tabi tutulmuştur. Çizelge 4.8'de ERTTO nun çeşitli traktörlerde kullanım süreleri verilmiştir.

Çizelge 4.7 Oksitlenme Performansı

	ERTTO	UTTO
Buharlaşma kaybı, (%)	0.65	1.5
Kinematik Viskozite artışı (100 °C de, cSt)	5.0	0.8
Ayrışma ve Artık yağ	yok	yok

Çizelge 4.8 ERTTO nun tarla testleri süresi

Traktör	Çalışma Süresi (Saat)	Durumu
John Deere 2650	708	Sürdürülmekte
John Deere 3650-1	971	Tamamlanmış
John Deere 3650-2	895	Sürdürülmekte
John Deere 6400	1792	Tamamlanmış
Ford 7840-1	1290	Sürdürülmekte
Ford 7840-2	588	Sürdürülmekte
Ford 7840-3	1308	Tamamlanmış
Massey Ferguson 399	402	Sürdürülmekte

4.4.6 Biyolojik Ayrışabilirlik Testleri

Mineral esaslı UTTO nun % 30-45 biyolojik ayrışabilirliğine karşın CEC-L-33-A-93 yoluyla ölçülen ERTTO % 80-90 biyolojik ayrışabilmektedir. Çizelge 4.9' da CEC-L-33-A-93 testi ile belirlenen sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4.9 Biyolojik Ayrışabilirlik testleri sonuçları

Test İşlemi	ERTTO	UTTO
CEC-L-33-A-93	% 80-90	% 30-45
OECD 301B	% 74	% 75-40

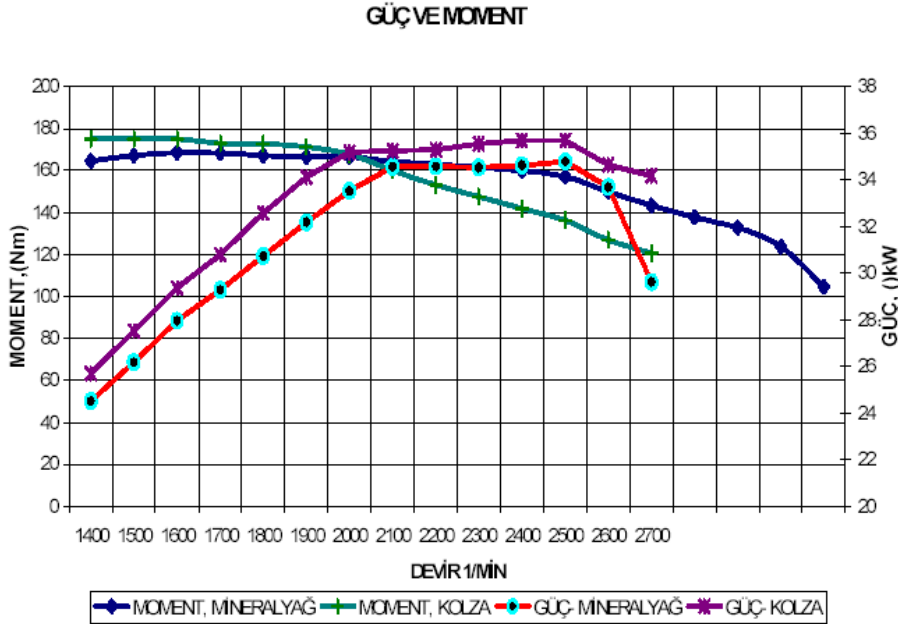
Yakıt Türü	Yakıt Türü	Yakıt Türü
Sulanma Oranı	1	2-3

Çizelgeden de görüldüğü gibi Bitkisel yağ ile mineral yağlar biyolojik ayrışabilirlik yönünden karşılaştırıldığında önemli farklılık vardır. Yapılan bir diğer çalışmada kolza 00 yağı motor yağı olarak denenmiş ve bu yağın motor yağı olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur. Yağların ölçülen viskozite değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir.

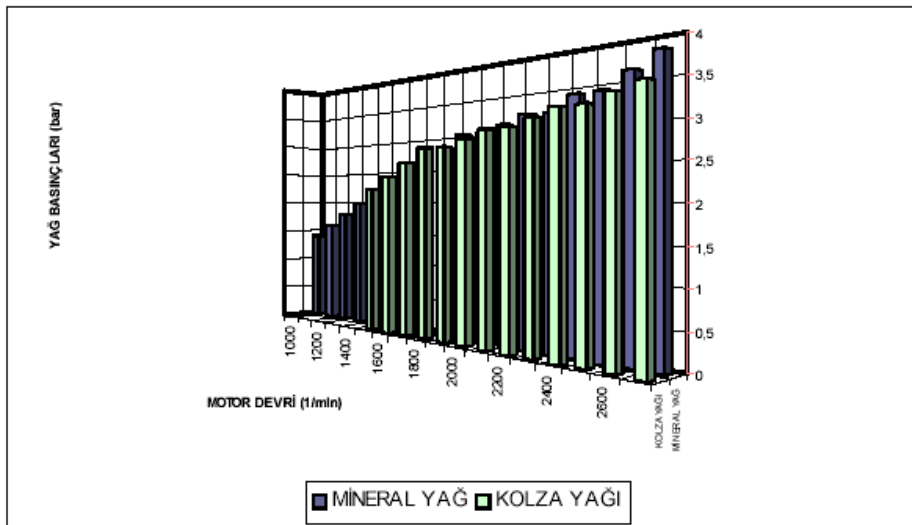
Çizelge 4.10 Yağların Viskozite Değerleri.

VİSKOZİTE				
PETROL OFİSİ 20W/50		KOLZA-00		
SICAKLIK (°C)	(Redwood-sn) ^o	(cSt)*	(Redwood-sn) ^o	(cSt)*
20			312.5	75
30			224.2	
40			140.0	
50	527.3		100.7	
60	289.2	70.5	73.1	16.3
70	192.3		61.3	
80	138.8		55.7	
90	114.2	27.8	50.2	9.1

*Bu değerler tablolardan çevrilmiştir.



Şekil 4.3 Mineral ve Kolza00 yağının kullanılması esnasında Momet ve Güç Değişimi (Acaroğlu, Oğuz, Ögüt 2001)



Şekil 4.4 Motor devrine bağlı olarak yağ basıncının değişimi (Acaroğlu, Oğuz, Ögüt 2001)

Kolza00 yağının motor yağı olarak kullanılması esnasında motor test edilmiş ve motora ait karakteristik eğriler çizilmiştir. Her iki yağında kullanılması esnasında motor devrine bağlı olarak güç ve moment değişimi şekil 4.3'de verilmiştir. Denemeler sonucunda yağ basıncı ve sıcaklığı değerleri sınır değerleri aşmamış ve herhangi bir problemle karşılaşmamıştır. Motor devir sayısına bağlı olarak yağ basıncı değişimleri şekil 4.4 de verilmiştir. 30 saat ve 50 saat çalışma periyotları sonunda kolza-00 yağından alınan örneklerin FFA (serbest yağ asidi), Sabun miktarı, Sabunlaşma sayısı, İyot sayısı, Sabunlaşma sayısı ve renk tayini sonuçları çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Yağ özelliklerinin çalışma saatine bağlı olarak değişimleri (Acaroğlu, Oğuz, Öğüt 2001)

Özellikler	Kolza-00	Kolza-00 30 saat	Kolza-00 50 saat
FFA	0.07	2.96	3.60
Sabun	0.0	335	360
Sabunlaşma sayısı	154	153	148
İyot sayısı	129	121	123
Renk**	1-9	10.4 - 20 - 18.5	9.4 - 20 - 18.3

** : Renklere "10.00 OG" kuvvetle bakılmıştır. Diğer kuvvetlerle renkler görülememiştir.

Çizelge incelendiğinde FFA'nın kullanım süresine bağlı olarak arttığı görülmektedir. Sonuç olarak alternatif yağlardan istenilen özellikler sağlanabildiği takdirde motor yağı olarak kullanımı yaygınlaşacaktır. Tarım traktörlerinde veya ekipmanlarda biyolojik olarak ayrışabilir yağlayıcı kullanılabilecek bir çok yerler vardır. Özellikle ormancılık sektöründe kanuni düzenlemeler hazırlanmaktadır.

5. BİTKİSEL YAĞLARIN HİDROLİK YAĞI OLARAK KULLANILMASI

Bitkisel esaslı hidrolik sıvıların biyolojik ayrışabilirliği mineral esaslı hidrolik sıvılardan daha hızlı ve toksik etkisi daha azdır. Fakat mineral esaslı hidrolik yağlar günümüze kadar yaygın bir şekilde kullanıla gelmiştir. Çevresel zararı büyük olan bu mineral esaslı hidrolik yağlar araç eskidiğinde, kullanım süresini tamamladığında, hidrolik sistemin arızalandığında veya sistemin sızdırması durumunda çevreye bırakılmaktadır. Biyolojik ayrışabilirliği oldukça düşük olan mineral esaslı hidrolik yağlar çevresel kirlenmeye sebep olmaktadır. Örneğin Almanya'da hassas alanların çevresinde yağlayıcı ve hidrolik sıvısının hızlı biyolojik ayrışma olmaksızın kullanımını yasaklamıştır. Bu hassas alanlar tarım topraklarını da içine almaktadır. (Remmele 1998) Biyolojik ayrışabilir hidrolik yağlarının temel özellikleri sıcaklık sınırı, materyal uygunluğu, diğer yağlarla karışım yapabilme yeteneği, sulanma oranı, viskozite ve biyolojik ayrışabilme gibi özelliklerdir. Bu özelliklerin çoğu yeterli şartı sağlamasına rağmen bitkisel yağların farklı niteliklerinden dolayı, farklı hammadde ve malzemelerle uyumunda bazı problemler görülmektedir. Örneğin biyolojik ayrışabilir yağlar ile uygun olmayan mineral yağların karışımında yağın özelliğini bozmakta; Çalışma sıcaklığının artmasına bağlı olarak kısa sürede bozulabilmektedir. Yine biyolojik ayrışabilir yağ içerisine herhangi bir sebeple su karışması durumunda özelliği kısa sürede bozulmaktadır. Müsaade edilen su içeriği % 0.2'den daha küçüktür.

Biyolojik ayrışabilir hidrolik sıvısı seçilirken hidrolik sistemin yapısı, yüklenme durumu ve çalışma şartları dikkate alınarak yapılmalıdır. Biyolojik ayrışabilir hidrolik yağı seçilirken; İyi yağlama özelliği, Çalışma sıcaklığına dayanma, Viskozite ve viskozite indeksi, Yüzey basıncın dayanıklılık, Sızdırmazlık malzemeleri ile uyumluluk, Korozyon direnci, Biyolojik ayrışabilirliğin iyi olması gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Biyolojik ayrışabilir hidrolik yağların kullanımıyla ilgili standartların belirlenmesi ileride yapılacak çalışmalar ve pratik uygulamalar için uygun olacaktır. Yapılan bir çalışmada biyolojik ayrışabilir hidrolik yağların teknik sınır değerleri belirlenmiş. Bu değerler çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Biyolojik ayrışabilir hidrolik yağların teknik sınır değerleri (Acaroğlu 1996)

Özellikler	Sınır Değerler
Viskozite Aralığı	22 – 100
Viskozite İndeksi	178 –220
Kinematik Viskozite	
40 °C' de mm ² /s	32 – 68
100 °C' de mm ² /s	7.6 – 10.5
Kullanım Sıcaklığı Aralığı (°C)	-20 – +90
Uygun Sürekli Tank Sıcaklığı(°C)	50 – 80
Uzun Süreli Soğuşa Dayanma	Çok farklı, çeşide bağlı
Akma Noktası (°C)	-33 – -23

Meged ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kavitezyon kriterine göre yağları sınıflandırmışlardır. Diğer bir ifadeyle mineral yağ, sentetik yağ ve bitkisel yağ olmak üzere 20 çeşit yağı hidrolik sıvısı olarak kullanmışlar ve kavitezyona etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda elde ettikleri değerler çizelge 5.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde bitkisel yağ esaslı biyolojik ayrışabilir hidrolik yağının diğer özellikleri mineral yağ esaslı hidrolik yağıyla benzerlik göstermesine karşın viskozite indeksi özelliği daha iyi çıkmaktadır. Buda bitkisel yağların hidrolik yağı olarak kullanılması için bir avantaj teşkil etmektedir.

Çizelge 5.2 Hidrolik sıvısı olarak kullanılan çeşitli yağların özellikleri (Meged 1995)

Test Sıvısı	Kinematik Viskozite 40°C (mm ² s ⁻¹)	Viskozite indeksi	Özgül ağırlık (kg l ⁻¹)	Açıklama
Normal Mineral Yağlar				

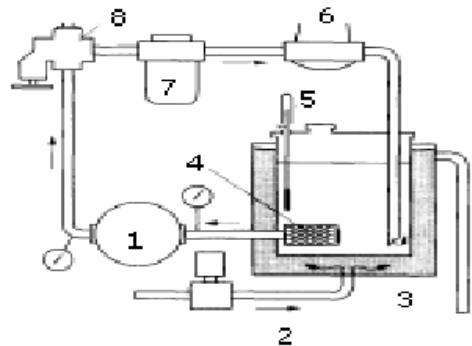
Vitrea-9	8.8	50	0.868	Parafin tipi yağlar
Ondina	15		0.853	
Vitrea-150	150	94	0.891	
Mineral Esaslı Yağlar				
Tellus-32	32	98	0.870	Üniversal aşırı basınca dayanıklı hidrolik ve dişli yağı
Tellus-T32-68	32	181	0.875	
Tellus	68	97	0.880	
Turbo-T68	68	98	0.876	
Hydrol-HV46	46	180	0.880	
Tonna-TX68	68	108	0.876	
Tonna-TX220	220	110	0.890	
Omala-320	320	100	0.899	
Biyolojik ayrışabilir hidrolik yağları				
Naturella –HFR32	32			Kolza yağı esaslı
Naturella –HFE46	46	180	0.918	Sentetik ester
Fluid-BD32	32			Poli-alkali-glikol
Sentetik esaslı yağ				
Cassida-HF15	15	120	0.819	Poli-alfa-olefin esaslı toksik olmayan yağlayıcı
Cassida-HF32	32	140	0.829	
Cassida-HF46	46	140	0.833	
Cassida-HF68	68	140	0.837	
Cassida-GL150	150	140	0.842	
Cassida-GL460	460	155	0.849	

Herhangi bir mineral esaslı hidrolik yağının yerine geçecek bitkisel yağ ile önemli ekonomik ve çevresel avantajlar mukayese edilmelidir. Ekonomik olarak bitkisel yağ esaslı kullanılmış yağların elden çıkarılması mineral esaslı yağlardan daha ekonomiktir. Mineral esaslı hidrolik yağın elden çıkarılma maliyeti 3 – 7 dolar/galon bitkisel yağın ise 2 dolar/galondur (Honary 1996). Çevresel olarak da bitkisel yağlar ekosisteme mineral yağlardan daha az zararlıdır ve bunların uygulanması çevre açısından kesinlikle faydalıdır. Buharı veya yağ yayıldığı zaman insan için daha güvenli olması bitkisel yağların diğer faydalarıdır. Şayet petrol esaslı yağlayıcıların yıllık satışının küçük bir bölümünü, yaklaşık % 5'ini bitkisel yağlar tarafından karşılanması bile tarım endüstrisinde önemli ekonomik etki sağlayacaktır (Honary 1996). Araştırmalarda ve bitkisel yağ esaslı endüstriyel yağlayıcıların geliştirilmesinde kolza ve ayçiçeği yağlarının kullanımı başı çekmektedir çünkü bunların oksitlenme dengesi diğer yağlardan daha iyidir.

Şekil 5.1 de ASTM pompa aşınma test düzeneğinin şekli görülmektedir.

- 1- Pompa
- 2-Sıcaklık kontrol valfi
- 3- Soğutma suyu
- 4- Süzgeç
- 5- Sıcaklık sensörü
- 6- Akış ölçer
- 7- Filtre
- 8- Rölyef valfi

- 1- Pompa
- 2-Sıcaklık kontrol valfi
- 3- Soğutma suyu
- 4- Süzgeç
- 5- Sıcaklık sensörü
- 6- Akış ölçer
- 7- Filtre
- 8- Rölyef valfi



Şekil 5.1 ASTM pompa aşınma test düzeneği

Honary 1996 yaptığı çalışmada şekil 5.1 deki test düzeneğinde farklı soya yağı varyetelerini hidrolik sıvısı olarak kullanmış temel hidrolik yağı olarak kolzayı almış ve bunların 100 saatlik ve 1000 saatlik çalışmaları sonucunda meydana gelen aşınmaları tespit etmiştir. 100 saatlik çalışma sonucunda meydana gelen değişimler çizelge 5.3' te ; 1000 saatlik çalışma sonucunda meydana gelen değişimler ise çizelge 5.4' de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Çeşitli soya yağlarının 100 saatlik çalışma sonunda aşınma performansları.

Yağ Tipi	Aşınma Miktarı (100 Saat), mg	Viskozite (cSt)
Kolza esaslı hidrolik yağı (Kontrol yağı)	93	0.09
Ham soya yağı	260	1.6
Rafine edilmiş soya yağı	100	2.27
Ağartılmış soya yağı	170	2.02
Kokusu alınmış soya yağı	100	1.75

Çizelge 5.4 Çeşitli soya yağlarının 1000 saatlik çalışma sonunda aşınma performansları.

Yağ Tipi	Aşınma Miktarı (1000 Saat), mg	Viskozite (cSt)
Normal soya yağı	7000	>800
Normal soya yağı w/o katkı*	1420	43.86
Katkılar ile normal soya yağı	220	20.75
Düşük linoleik soya yağı w/o katkı	570	39.56
Katkılar ile düşük linoleik soya yağı	190	20.14

* petrol esaslı hidrolik yağı

Çizelge incelendiğinde en uygun hidrolik yağın kolza yağı olduğu görülmektedir. Üretimi ve temini kolay olan ülkelerde bundan sonraki çalışmalar da kolza esaslı hidrolik yağların kullanılması yerinde olacaktır.

6. SONUÇ

Sonuç olarak bitkisel yağların tarım traktörlerinde kullanılması ile sağlanabilecek faydalar aşağıdaki maddelerle özetlenmiştir.

• Bitkisel yağlar ekolojik çevre dostudur.
• Bitkisel yağlar yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmektedir
• Bitkisel yağlar pratikte kükürt içermemektedir. (% 0.001)
• Bitkisel yağların duman emisyonları çok düşüktür.
• Bitkisel yağlar yandığı zaman, yaydığı CO ₂ miktarının aynı bitkinin yetiştirilmesi esnasında absorbe edildiği için kapalı çevrim oluşur.
• Bitkisel yağlar benzol veya diğer poliaromatikler içermez
• Bitkisel yağlar biyolojik olarak kolay ayrışabilir ve herhangi bir kaza esnasında toprağa veya suya döküldüğünde zarar vermez.
• Bitkisel yağların tehlikeli materyal olmadığı unutulmamalıdır. (parlama noktası 110°C nin üzerindedir).
• Bitkisel yağlar üstün nitelikli yağlama özelliğine sahiptir ve motor ömrünü artırır.
• Bitkisel yağlar geleneksel yakıt ve yağlara göre ekolojik yararlı alternatiftir.
• Bitkisel yağların yakıt ve yağ olarak kullanılması durumunda tarım sektörü yeni iş sahaları bulacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Acaroğlu, M., 1996. Tarım Makinalarında Biyolojik Ayrışabilir Yağların Hidrolik Yağı Olarak Kullanılması. Ekoloji Çevre Dergisi, Temmuz-Ağustos-Eylül 1996, Yıl:5, Sayı:20, s: 9-13. İzmir.
2. Acaroğlu, M., Oğuz, H., Ögüt, H., 2001. An Investigation Of the Use Rape Seed Oil in Agricultural Tractors as Engine Oil. Energy Sources, Volume 23, Number 9, Taylor&Francis. USA. P 823-830
3. Anonymous 2001 [http:// www.oceanairenvironmental.com](http://www.oceanairenvironmental.com)
4. Agra, I. B., Warnijati, S., Wiratni., 1996. Two steps ethanolysis of castor oil using sulfuric acid as catalist to producere motor oil. Paper No. 1025 World Renevabe Energy Congress. Colorado, June 15-21.
5. Alibaş, K., Eyüboğlu, V., Kayık, S., 1993. Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılabilme olanakları. Mühendis ve Makina Dergisi. 398
6. Apfelbeck. R., 1986. Production and processing of plant oils and by-products to fuels. Paper No. 83, Biomass Conversion For Energy Thermochemical Conversion, Proceedings of the First Technical Consultation cf CNRE. Freising, F. R. Of Germany, October 14-17.
7. Braun, D.E., Stephenson, K.Q., 1982. Alternative fuel blends and diesel engine tests. Paper No. 294, Proceedings Of The International Conference On Plant And Vegetable Oils as Fuels., Holiday Inn Fargo North Dakota, August 2-4.
8. Caro P., Gaset A., 2000 Use of Vegetable Based Lubricants in Forestry. 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9

- June Sevilla, Spain. ([James&James- Science Publishers-2001](#)) Volume II, p.1086- 1089
9. Çiğizoğlu, K. B., Özaktaş, T., Karaosmanoğlu, F., 1997. Used sunflower oil as an alternative fuel for diesel engines. Paper No. 559, 19th Energy Sources.
 10. Erdoğan, D., Mohammed, A. A., 1997. Yakıt olarak kullanılan bazı bitkisel yağların diesel motor performansına etkileri. Sayfa No. 886, 30, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi. Tokat, Eylül
 11. Francis P. 2000 Development of Vegetable Oil Based Chlorine – Free Forming Lubricants. 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. Volume II, p.1015-1019
 12. Francisco V., Tinaut F., Yolando B., Valentin P., Laura M., 2000 Optimizing of Biodiesel Production Process From Waste Frying Oil. . 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. Volume I, p.504-507
 13. Geyer, S.M., Jacobus, M.J., Lestz, S.S., 1984. Comparison of diesel engine performance and emission from neat and transesterified vegetable oils. Paper No. 375, Vol. 27 Transactions of the ASAE.
 14. Glamser S., Widmann B., 2000 A System For The Use Of Rapeseed Oil –Based Engine Oils. 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. Volume II, p.1057- 1059
 15. Honary L.A.T., 1996 An Investigation of the Use of Soybean Oil in Hydraulic Systems. Bioresource Technology 56 p 41-47 Elsevier Science Limited
 16. Işıksoluğu, M. A., 1997. Diesel motorlu taşıtların egzoz gazındaki duman koyuluğu ve ölçümde karşılaşılan sorunlar. Mühendis ve Makina Dergisi. Cilt. 38 sayı 453.
 17. Karaosmanoğlu, F., Aksoy, H.A., 1994. Kullanılmış kızartma atık yağının seyreltme yöntemi ile alternatif yakıt olarak değerlendirilmesi. Sayfa No. 461, Türkiye 6. Enerji Kongresi. İzmir, Ekim 17-22
 18. Karaosmanoğlu, F., Çiğizoğlu, K.B., Tüter, M., 1995. Biyomotorin uygulamaları. Mühendis ve Makina Dergisi. Sayı 431.
 19. Karaosmanoğlu, F., Beker Ü. G., 1996. Used oil as fuel oil alternative. Paper No. 637, 18th Energy Sources.
 20. Karaosmanoğlu F., 1997 Çevre Dostu Yağlama Yağları. Mühendis ve Makina Dergisi. Sayı 453 s 19-20.
 21. Meged Y., Venner C.H., Napel W.E., 1995 Classification of Lubricants According to Cavitation Criteria. Wear 186-187 p 444-453 Elsevier.
 22. Oğuz H., 1998 Diesel Yakıtı-Ayçiçek Yağı Karışımlarının Diesel Motorlarında Yakıt Olarak Kullanılma İmkanlarının Araştırılması, S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
 23. Oğuz H., Demir F., Acaroğlu M., 2000. The Investigation of the Possibilities of Using Sunflower Oil in Diesel Engines as Fuel. 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. ([James&James- Science Publishers-2001](#)) Volume I, p.661-663.
 24. Oğuz H., 2001. Bitkisel Kökenli Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanım İmkanları. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Semineri. Konya
 25. Özaktaş T., 1998. Diesel motorlarında dört çeşit bitkisel yağ kullanılması. Mühendis ve Makine Dergisi. Sayı 465
 26. Özçimen D., Kardeşler D., Çulcuoğlu E., Karaosmanoğlu F., 2000 Biyomotorin nedir? III. Ulusal Temiz enerji Sempozyumu 15 – 17 Kasım İstanbul Cilt II s 615-623
 27. Prankl H., Wörgetter M., 2000 European Standardisation of Biodiesel. 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. Volume I, p.650 - 653
 28. Purcell, D.L., Mc Clure, B.T., McDonald, J., Basu, H.N., 1996. Transient testing of soy methyl ester fuels in an indirect injection, compression ignition engine. JAOCS Journal of The American Oil Chemist Society. V 73 n: 3 p: 38 -388
 29. Rakopoulos, C.D., 1992. Comparative performance and emission studies when using olive oil as a fuel supplement in DI and IDI diesel engines. Renewable Energy vol.2 No.3 pp. 327-331
 30. Remmele E., Widmann B., 1998 Biodegradability and Ecotoxicity of Hydraulic Fluids Based on Rapeseed Oil Used in Agricultural Machinery. Landtechnik 52
 31. Richard E. Gapinski, Ivan E. Joseph, Brian D. Layzell, 1994 A Vegetable Oil based Tractor Lubricant. SAE Technical Paper Series. 941758
 32. Thuncke K., Remmele E., Widmann B., Wilharm Th., 2000 Standardisation of Rapeseed Oil As A Fuel. . 1st World conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 5-9 June Sevilla, Spain. ([James&James- Science Publishers-2001](#)) Volume I, p.532- 535
 33. Weidmann, K., 1994. Einsatz von rapsölmethylester in Volkswagen-Fahrzeugen. Paper No. 68. Emissionen von Pflanzenöl-Kraftstoffen und ihre Umweltwirkungen. Würzburg, Januar.
 34. Wolfensberger, U., 1994. Rapsölmethylester als treibstoff für dieselmotoren. Paper No. 69. Emissionen von Pflanzenöl-Kraftstoffen und ihre Umweltwirkungen. Würzburg, Januar 11.